

과학기술 예산배분 · 조정의 우선순위 선정 방안

전정환*

I. 서론

과학기술혁신이 국가경쟁력의 핵심동력으로 인식됨에 따라 세계 각국은 연구개발(R&D)에 대한 투자를 지속적으로 증가하고 있다. 우리나라의 경우 국가과학기술위원회의 2013년도 국가연구개발사업 예산 배분·조정(안)에 따르면 2013년도 주요 R&D분야의 예산 요구는 12조 5,461억원으로 2012년도 대비 17.4% 증가한 수준이다. 이와 동시에 과학기술정책의 방향이 기술추격형에서 기술주도형으로 전환되고 있고(이장재 & 이강준, 2010), 한정된 자원의 효율적 운영을 위하여 자원의 우선순위 설정을 통한 투자 효율성을 강화하고 있다.

한정된 과학기술분야 예산의 제약 하에서 예산을 효율적으로 배분하기 위해서는 먼저 우선순위가 높은 사업을 선정해야 한다. 이와 함께 과학기술 분야 간 균형배분과 기관의 임무 및 목표 간의 중요도를 반영한 차등배분도 이루어져야 한다. 정부는 R&D 예산의 효율적 배분을 위하여 과학기술기본법 제12조의2 및 동법 시행령 제21조에 의거하여 국가과학기술위원회가 매년 국가연구개발사업의 예산(국방·인문 R&D 분야를 제외한 주요 국가연구개발사업)을 배분·조정하고, 그 결과를 국가과학기술위원회에 상정하여 다음 연도 예산편성에 반영하도록 하고 있다. 또한, ‘국가연구개발사업등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률’에 따라 매년 성과중심의 평가를 실시하고, 이를 예산의 조정에 반영하도록 하고 있다(박석종 등, 2011).

하지만, 현재 국가과학기술위원회에서의 투자방향 설정 및 효율적 배분을 위한 의사결정과정은 주로 전문가위원회에 의한 정성적인 전문가 검토의 형태로 이루어지고 있다. 이러한 절차는 주요 국정과제를 바탕으로 투자방향과 배분방향의 큰 틀을 제시하고, 이를 바탕으로 각 부처의 목표 및 방향성을 제시하는 긍정적인 측면이 있지만, 투자방향 및 배분방향을 수립하기위한 구체적이고 체계적인 프레임워크(framework)이 부족하여 R&D투자의 효율성 측면에서 과학기술정책의 일관성을 확보하지 못하는 문제점이 있다(안승구 등, 2011).

이러한 현실에 대한 문제의식 또는 선진국사례를 바탕으로 국가연구개발사업의 효율성에 관한 연구도 많이 진행되어왔다. 주로 배분의 효율성에 영향을 주는 요인을 분석한 후에 효율성을 향상시킬 수 있는 방법 또는 체계에 관한 연구(박종복 등, 1999; 이동엽 등, 2002; 남인석 등, 2010; 박석종 등, 2011)가 많이 이루어져왔다. 이를 위해 AHP(Analytic Hierarchy Process), DEA(Data Envelope Analysis), 시스템다이나믹스(SD: System dynamics), 통계분석 등 여러 가지 방법론이 사용되었다. 하지만, 종전의 연구들은 여전히 과학적이고 체계적인 분석측면에서 각각 장단점이 있고 국가연구개발에 대한 거시적인 정책방향에 따른 자원의 배분방향 제시가 미흡한 실정이다. 즉, 과학기술분야의 성과평가는 과학기술정책에 따라서 이루어져야 하지만, 지금까지의 연구들은 주요 요인에 대한 평가후 배분이 주로 이루어져왔다.

이에 본 연구는 AHP와 포트폴리오 관리를 활용하여 국가연구개발사업의 체계적인 우선순위 설정 및 거시적인 과학기술정책에 대한 효율적인 분배 방안을 제시하는 것이 목적이다. 국가연구개발사업의 우선순위 결정을 위한 국가 과학기술정책의 목표 및 투자대안들의 평가기준들 간의 연계성을 고려하여 정량적 판단 및 정성적 판단이 동시에 고려되어야 하기 때문에 AHP 방법론이 적합하다. 또한, 국가과학기술정책에 따른 전략적 배분을 위하여 포트폴리오 관리를 적용한다. 이와 같이 연구예산의 배분효율성을 높이기 위하여 수행되는 일련의 경영활동을 Cooper et

* 전정환, 경상대학교 산업시스템공학부 조교수, 055-772-1704, jhjeon@gnu.ac.kr

al.(1997a, b)은 프로젝트 포트폴리오 관리라고 하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 국가연구개발사업의 예산편성 시스템과 AHP에 대한 선행연구를 분석한다. 3장에서는 연구설계를 제시한다. 4장에서는 본 연구의 결론을 맺는다.

II. 선행연구

1. 국가 R&D의 예산배분

현재 국가과학기술위원회는 예산 배분·조정 효율화를 높이기 위하여 다음과 같은 업무를 추진하고 있다. 첫째, 주요 핵심사업에 대하여 전문위에 의한 상시검토체계를 운영('11.11~) 등 전문성을 바탕으로 한 사업의 심층 검토를 추진하고 있다. 이를 통해 2012년의 경우 관행적 대형 계속사업에 대한 심층 재검토 결과 17개 사업에 대하여 1,889억원을 절감하는 성과를 거두었다. 둘째, 사업 전반에 걸친 유사·중복성을 점검을 추진하고 있다. 2012년의 경우 1,508억원을 조정 또는 절감하였다. 셋째, 복잡한 R&D 사업의 구조 개편을 추진하여 사업의 효과를 극대화 하고 투자효율성을 제고하도록 하고 있다. 이는 부처간/부처내 사업이관을 의미한다. 마지막으로, 신규사업에 대한 사전기획보고서 제출을 의무화 함으로써 신규사업의 기획을 철저히 하고 유사·중복을 사전에 예방할 수 있도록 하고 있다.

국가연구개발사업 예산의 배분·조정에 관하여 많은 연구자들이 다양한 방법으로 진행하여 왔다. 주요 사용된 방법으로는 AHP와 DEA가 있고, 그 밖에 시스템다이나믹스, 선형계획법, 정수계획법 등이 있다. 이들 중 단일 방법론이 사용되기도 하고, 목적과 상황에 따라서 복수의 방법론이 혼용되어 사용되기도 하였다.

AHP를 활용한 경우는 다음과 같다. 백광천 등(1993)과 황용수 등(1998)은 정보통신분야의 연구개발사업에 있어서 R&D 자원배분에 관한 연구를 수행하였다. 박종복 등(1999)은 연구사업의 예산을 AHP를 활용하여 프로그램별로 배분한 후, 제출된 응모과제를 핵심제안서와 확장제안서의 순서로 평가하고, 평가결과를 토대로 2단계 과제선정 및 자원배분을 수행하였다. Angelou & Economides(2008)은 AHP와 Real Option 방법을 활용하여 정보통신산업의 인프라 투자의 우선순위를 결정하는 분석틀을 제시하였다.

DEA를 활용한 경우는 다음과 같다. 남인석 등(2008)은 DEA 모형을 이용하여 정부출연연구기관의 연구성과에 대한 상대적 효율성을 구했다. 또한, 남인석 등(2010)은 DEA모형과 AHP를 혼합한 모형을 제시하면서 NRL 사업의 예산배분의 효율성을 구하였다. 황석원 등(2008)은 우리나라의 연구개발사업 중 산업기술개발사업에 초점을 맞추어 연구개발 효율성을 심층적으로 분석하였다. 박석중 등(2010)은 과학기술적 성과 관점에서 R&D투자를 투입요인으로 하고 논문수와 특허수를 산출요인으로 하여 정부 R&D사업의 효율성을 분석하였다. Hsu & Hsue(2009)는 DEA와 토빗모형을 이용하여 대만의 국가연구개발사업의 효율성을 분석하였다. 대만의 경우, 정부지원 R&D과제를 수행하는 기업 중 규모가 작은 기업일수록 효율적임을 밝혔다.

그 밖의 경우는 방법론을 적용한 경우는 다음과 같다. 박현준 등(2004)은 국가연구개발 투자 시스템의 레버리지 전략을 시스템다이나믹스를 활용하여 수립하는 연구를 수행하였다. Liberatore(1987)는 AHP로 R&D과제의 우선순위를 도출한 후 정수계획법을 활용하여 가용예산 제약 하에서의 과제선정 문제를 다루었다. 권기현 등(2006)은 대형연구시설 및 장비 구축의 투자 우선순위를 결정하기 위하여 분산분석, 요인분석, 회귀모형 등 여러 통계분석을 실시하였다.

2. AHP

AHP는 1980년 Saaty에 의해 처음 제시되었다. AHP는 의사결정에 영향을 미치는 요소들을 계층

적으로 분석한 뒤, 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 계층 내 요소들 간에 우선순위를 설정하고, 판단의 결과를 종합하여 대안(alternative)들을 평가한 다음, 그 판단의 일관성(consistency)을 검토하는 일련의 과정을 통해 최종적인 의사결정을 내리는 기법이다. 즉, AHP는 다양한 평가 기준을 체계적으로 반영할 수 있다는 장점이 있고, AHP의 최종결과인 각 대안들의 우선순위는 평가 및 선택, 자원할당에 이용될 수 있다(Vaidya & Kumar, 2004). AHP는 이론적으로 명확하고, 여러 평가자의 의견을 종합하여 하나의 결론을 제시할 수 있다. AHP의 절차는 다음과 같다.

- 1) 의사결정요소 계층화: 최상위 계층에는 의사결정을 위한 최종 목표가 위치하게 되고, 하위계층으로 갈수록 세분화된 의사결정 요소들이 위치한다. 즉, 하나의 기준은 여러 개의 하위 기준으로 분기될 수 있다. 최하위 계층에는 최종 선택의 대상인 대안들이 위치한다.
- 2) 쌍대비교 수행: 같은 계층에 있는 의사결정요소(기준, 대안)들에 대하여 상위 계층의 의사결정요소를 판단기준으로 하여 쌍대비교(pairwise comparison)를 수행한다. 보통 판단자의 선호도(preference)는 Likert-scale에 의하여 수량화 된다. 쌍대비교 결과를 바탕으로 비교행렬(comparison matrix)를 구성한다.
- 3) 가중치 계산: 고유벡터법을 이용하여 의사결정요소들 간의 상대적 가중치(weight)를 구한다.
- 4) 대안들의 우선순위 결정: 각 계층에서 구한 상대적 가중치를 종합하여 대안들의 우선순위를 구한다.

III. 연구설계

1. 연구모형

제2차 과학기술기본계획(2008-2012)에서는 7대 과학기술정책과 7대 R&D분야 (577 initiatives)를 제시하고 있다. 본 연구에서는 국가과학기술정책방향에 따른 예산배분·조정 프레임워크를 제시하기 위하여 국가과학기술의 최상위계획인 제2차 과학기술기본계획의 7대 과학기술정책과 7대 R&D분야를 평가기준으로 적용한다. 국가과학기술위원회에서 매년 발간하는 과학기술분야 중장기 계획조사·분석 보고서에서도 577 initiatives에 따라서 과학기술분야의 중장기 계획의 연계성 분석을 실시하고 있다. 제2차 과학기술기본계획의 7대 과학기술평가기준은 <표 1>과 같고, 7대 R&D는 <표 2>와 같다.

<표 1> 7대 과학기술정책 분야

주요 요인	하부 요인
연구주체의 핵심역량 제고	세계적 과학기술인재 양성·활용 (PL1)
	기초원천연구 진흥 (PL2)
	중소·벤처기업 기술혁신 지원 (PL3)
개방형 과학기술체제 강화	전략적 과학기술 국제화 (PL4)
	지역 기술혁신역량 강화 (PL5)
	과학기술 하부구조 고도화 (PL6)
국민과 함께하는 과학기술문화 확산	과학기술문화 확산 (PL7)

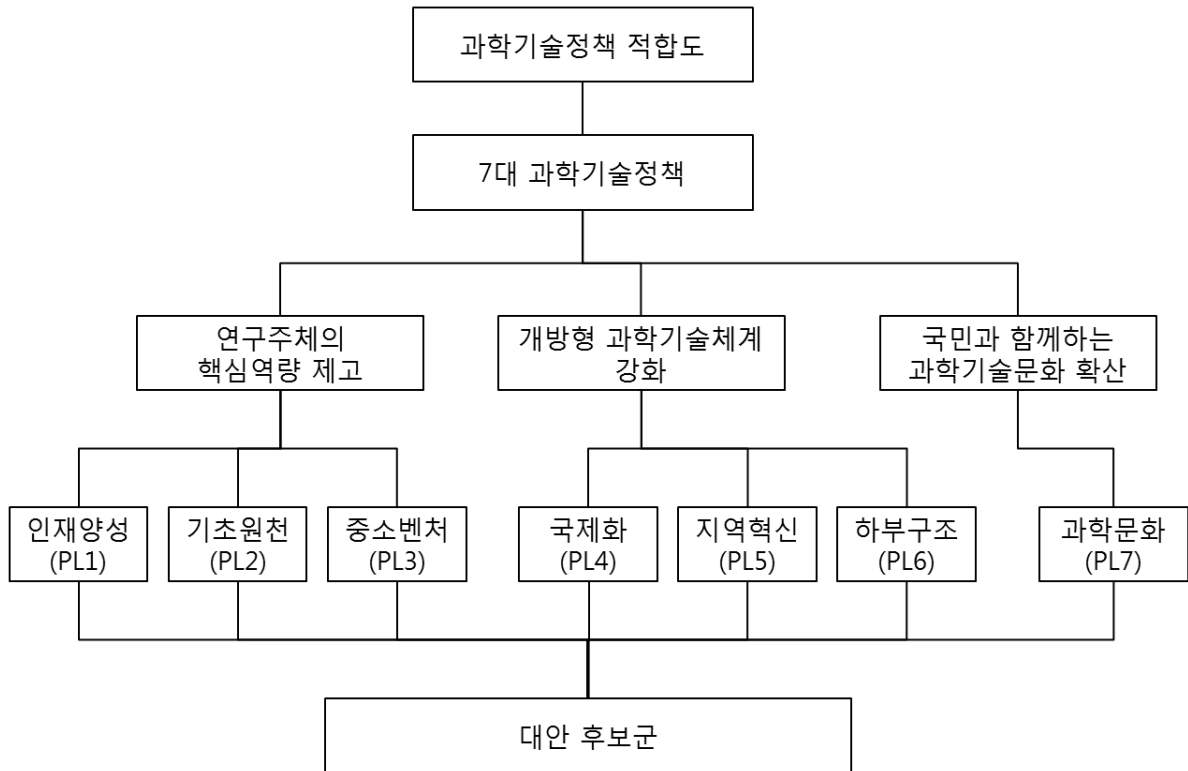
<표 2> 7대 R&D 분야

주요 요인	하부 요인
신성장동력 발굴·육성	주력기간산업 기술 고도화 (RD1)
	신산업 창출을 위한 핵심기술개발 강화 (RD2)
	지식기반서비스 산업 기술개발 확대 (RD3)
공공기술 기반 확충	국가주도기술 핵심역량 확보 (RD4)
	현안관련 특정분야 연구개발 강화 (RD5)
	글로벌 이슈관련 연구개발 추진 (RD6)
기초·기반·융합기술 경쟁력 향상	기초·기반·융합기술 개발 활성화 (RD7)

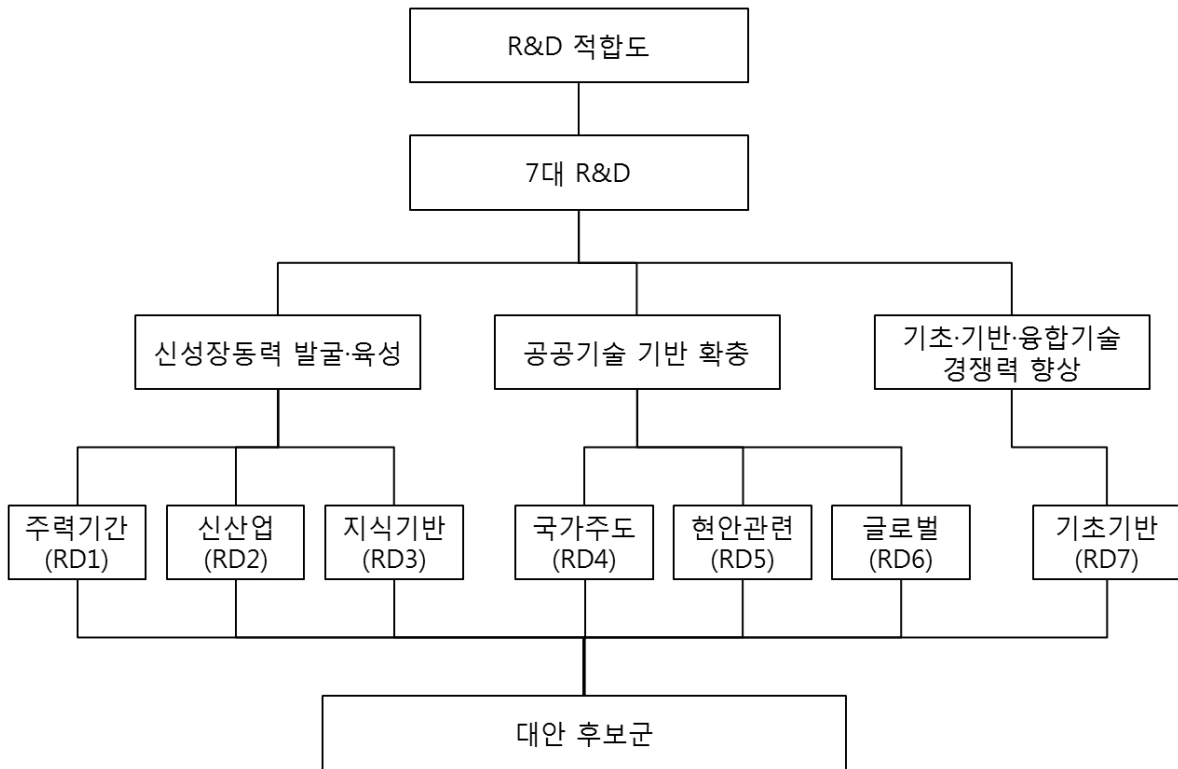
(그림 1)과 (그림 2)는 대안사업들의 과학기술정책에 부합하는지를 평가하기 위한 AHP 계층구조이다. 이를 바탕으로 쌍대비교 및 일관성 검사 과정을 거쳐 최종 성과점수가 도출된다. 쌍대비교치는 두 요소간의 중요성에 대한 상대척도로서, 주로 <표 3>에 나타난 9점 척도를 사용한다. 각 평가기준에 대한 쌍대비교는 과학기술정책입안자, 국가연구개발사업 제안자, 국가연구개발사업 수행자 등에 의해 수행되는 것이 적절하다. 각 기준에 대하여 쌍대 비교를 수행한 후, 각 기준들 간에 우선순위를 설정하고, 판단의 결과를 종합하여 대안들을 평가한다. 그리고 판단에 따른 일관성을 검토하는 과정도 수행하게 된다. (그림 1)과 (그림 2)의 최종 결과인 각 대안들의 과학기술정책 적합도와 R&D 적합도는 (그림 3)의 국가연구개발사업 포트폴리오에 반영된다.

<표 3> 쌍대비교 척도

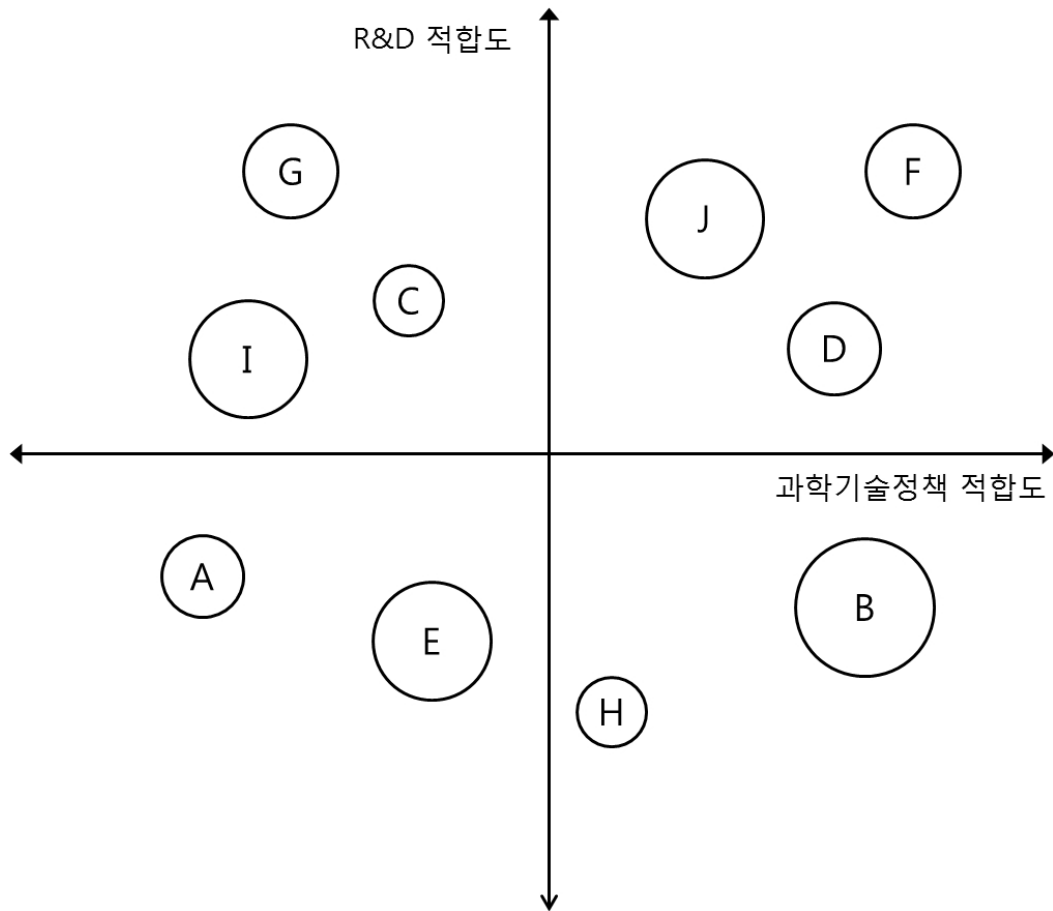
중요도	정의
1	A와 B가 비슷함 (equal importance)
3	A가 B보다 약간 중요함 (moderate importance)
5	A가 B보다 상당히 중요함 (strong importance)
7	A가 B보다 매우 중요함 (very strong importance)
9	A가 B보다 극히 중요함 (extreme importance)
2,4,6,8	위 값들의 중간 값



(그림 1) 7대 과학기술정책 분야의 AHP 모형



(그림 2) 7대 R&D 분야의 AHP 모형



(그림 3) 국가연구개발사업 포트폴리오 예시

IV. 결론

본 연구는 AHP를 활용하여 거시적 국가과학기술정책방향에 대한 국가연구개발사업의 우선순위를 선정하였고, 포트폴리오 관리를 활용하여 전략적 자원배분 방법을 제시하였다. 즉, 정부의 과학기술기본계획에 따라 7대 과학기술정책과 7대 R&D에 대하여 대안들의 우선순위 평가모형을 제시하였고, 이를 기반으로 포트폴리오 프레임워크를 도출하였다. 본 연구에서 제시된 모형은 국가연구개발사업 자원배분의 전략적 배분 및 효율성 제고에 기여할 수 있을 것이다.

하지만, 본 연구는 새로운 모형제시가 주된 내용이므로 실제 사례를 바탕으로 실증분석을 다루지 못한 한계를 가지고 있다. 따라서, 향후에는 정부 과학기술분야 예산을 대상으로 본 연구에서 제시한 모형의 적용 및 보완이 필요할 것이다. 또한, 좀 더 다양한 의사결정 요소들에 대한 고려가 필요하고, 모형의 타당성에 대한 검증 및 포트폴리오 관리를 위한 지표개발 등이 향후 연구에서 이루어질 필요가 있다.

참고문헌

- 관계부처 합동 (2008), “신진일류국가를 향한 이명박정부의 과학기술기본계획: 577 Initiative”.
 국가과학기술위원회. (2012), 2013년도 국가연구개발사업 예산 배분·조정(안)

- 권기현, 이흥재, 차용진, 김태영 (2006), “과학기술 경쟁력 제고를 위한 대형연구시설 투자우선순위 분석”, 한국정책과학학회보, 10(1): 101-123.
- 남인석, 송윤영, 정병호 (2008), “DEA 모형을 이용한 정부출연연구기관의 상대적 효율성 분석”, 31(1): 1-10.
- 남인석, 유태우, 하재원, 정병호 (2010), “NRL 사업의 예산배분을 위한 DEA/AHP 혼합 모형”, IE Interfaces, 23(2): 156-163.
- 박석중, 김경화, 정상기 (2010), “과학기술적 성과 관점에서 정부 R&D사업 효율성 분석에 관한 연구”, 기술혁신학회지, 14(2): 205-222.
- 박석중, 김경화, 정상기 (2011), “과학기술적 성과 관점에서 정부 R&D사업 효율성 분석에 관한 연구”, 기술혁신학회지 14(2): 205-222.
- 박종복, 최재철, 김태유 (1999), “정부출연연구기관의 연구생산성 향상을 위한 R&D 과제선정과 자원배분”, 생산성학회, 13(2): 177-201.
- 박헌준, 오세홍, 김상준 (2004), “국가연구개발 투자시스템의 레버리지 전략: 시스템 다이내믹스 접근”, 한국시스템다이내믹스연구, 5(2): 33-66.
- 백광천, 성의호, 서창교, 이영민 (1993), “R&D 투자규모 결정 및 자원배분에 관한 연구”, 경영과학, 10(1): 81-105.
- 안승구, 김은실, 조현정 (2011), “국가연구개발사업 예산배분을 위한 우선순위 판단지표 분석”, 기술혁신학회지 14(4): 889-914.
- 이동엽, 안태호, 황용수 (2002), “AHP를 이용한 과학기술 부문별 국가연구개발 투자우선순위 선정”, 기술혁신연구 10(1): 83-97.
- 이장재, 이강춘 (2010), “탈추격형 과학기술전략의 연착륙과 향후 정책방향”, 한국과학기술기획평가원, Issue-paper, 2010-4.
- 황석원, 안두현, 최승현, 권성훈, 천동필, 김아름, 박종혜 (2009), 국가연구개발사업 R&D 효율성 분석 및 제고방안, 과학기술정책연구원, 정책연구 2009-24.
- 황용수 외 (1998), “정보통신 연구개발사업의 자원배분 및 산학연 연계의 적정화 방안”, 과학기술정책관리연구소.
- Angelou, G.N. & Economides, A.A., (2008), “A Decision Analysis Framework for Prioritizing a Portfolio of ICT Infrastructure Projects”, IEEE Transactions of Engineering Management, 55(3): 479-495.
- Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis. Management Science 30(9): 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978), Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research 2(6): 429-444.
- Cooper, R.G., Edgett, S.J., and Kleinschmidt, E.J. (1997a), “Portfolio Management in New Product Development: Lessons from the Leaders-1”, Research Technology Management, Sept.-Oct., 38-42.
- Cooper, R.G., Edgett, S.J., and Kleinschmidt, E.J. (1997b), “Portfolio Management in New Product Development: Lessons from the Leaders-2”, Research Technology Management, Nov.-Dec., 43-52.
- Hsu, F.M., Hsueh, C.C. (2009), “Measuring relative efficiency of government-sponsored R&D projects: A three-stage approach”, Evaluation and Program Planning, 32, 178-186.
- Liberatore, M.J. (1987), “An Extension of the Analytic Hierarchy Process for Industrial R&D Project Selection”, IEEE Transactions on Engineering Management, 34(1): 12-18.
- Saaty, T.L. (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York.
- Vaidya, O.S. and Kumar, S. (2004), Analytic hierarchy process: an overview of applications. European Journal of Operational Research. 169(1): 1-29.